

Proceso de modificación y homologación de un vehículo todo terreno

Enrique Javier Félez Ortiz

Proyecto de final de grado en Ingeniería Mecánica. EPSEVG.

Resumen

El proyecto elaborado se basa en el proceso de modificación de un Suzuki Samurai del año 1988, buscando una mejora en sus características para la realización de pruebas "Off-Road", trial 4x4 y exhibición, además, de la circulación por la vía pública. El objetivo final del presente proyecto es realizar modificaciones estéticas, motrices, de confort y de seguridad pasiva con el fin de ser homologadas según las directrices marcadas por la legislación vigente.

Las modificaciones se dividen en 3 apartados, según si éstas pueden homologarse, no necesitan homologación o en ningún caso podrán homologarse. Una vez desarrollado este estudio, se procede a estudiar el arco exterior de barras antivuelco, con el objetivo de demostrar que la estructura podrá ser homologada cumpliendo con la normativa y especificaciones que marca la FIA.

1. Introducción

El objetivo principal planteado es la homologación de un vehículo todoterreno, el cual ha sido trabajado para ser reformado con el fin de mejorar sus características de origen.

Inicialmente se exponen las características e historia del vehículo, refiriéndose además a la motivación principal en defender este proyecto. Posteriormente, se recoge toda la normativa que puede afectar a las alteraciones realizadas y se exponen todas las restricciones que deben de seguirse.

Una de las mayores modificaciones que se realiza debe ser estudiada previamente a su fabricación, por lo que se analiza mediante un estudio CAE, considerando si lograría soportar los esfuerzos a los que podría estar sometida y a las fuerzas que nos plantea la normativa.

2. Motivación y objetivos

La mecánica, junto al mundo del 4x4, cada día se ha ido haciendo más grande, creando mucha afición entre la sociedad gracias a numerosos eventos y exhibiciones.

La principal motivación surge al asistir a uno de estos eventos, por lo que se decidió adquirir un Suzuki Samurai. Tras varias pruebas y km recorridos, se apreció que el vehículo tenía algunas características que podían ser notablemente mejoras. Es por ello que, junto al grado universitario cursado, surgió la motivación de realizar un proyecto en base a las modificaciones que se estaban realizando para su posterior homologación como ingeniero, siendo éste el principal objetivo que se quiere conseguir.

3. Homologación de un vehículo

Desde el año 1886 que Carl Benz inventó el primer automóvil, el mundo de los vehículos por propulsión mecánica con motor de combustión ha avanzado y mejorado constantemente, adaptándose a nuevas tecnologías. Con ello, los organismos legislativos han tenido que adaptarse a una serie de leyes y restricciones que todos los vehículos deben de cumplir para poder circular por la vía pública.

La homologación es el certificado que todo vehículo debe tener, en el que constan sus características y queda reflejado que éstas cumplen la legislación del momento de su fabricación y/o reforma.

En el presente proyecto se recoge toda la normativa vigente para la homologación de las modificaciones realizadas, siempre teniendo en cuenta que es un vehículo de la categoría M1, destinado al transporte de personas.

Básicamente la mayor parte de actos reglamentarios que rigen las homologaciones, se recogen y archivan en el BOE (Boletín Oficial del Estado). Todos éstos están determinados por un manual de reformas de vehículos, clasificados por su categoría y reforma a realizar.

4. Proceso de modificación

El proceso de modificación, tras estudiar detenidamente la normativa, se divide en tres grandes apartados:

- Modificaciones sin necesidad de homologar, que serán todas aquellas reformas que se realizan al vehículo y que no afectarán directamente a sus elementos de seguridad, siendo elementos puramente estéticos o adaptados a las tolerancias que quedan reflejadas dentro de la normativa. (*Ejemplo: Instalación de radio*)
- Modificaciones no homologables, las cuales recogen todos los elementos que según la normativa no cumplen los requisitos mínimos para ser homologados. No obstante, éstas se realizan con el fin de ser destinadas a la competición y realización de pruebas de trial 4x4. (*Ejemplo: Barras antivuelco delanteras*)
- Modificaciones homologables, que siguen todas las directrices marcadas por la normativa estudiada previamente, con el fin de instalarse en el vehículo para su circulación por la vía pública. Uno de los apartados más importantes de este punto es la jaula de barras antivuelco, la cual se realiza de forma artesanal y es el objeto de estudio en los siguientes capítulos del proyecto.

5. Proceso de diseño de barras antivuelco

Las barras antivuelco diseñadas y fabricadas artesanalmente, son el objeto directo de estudio en este apartado, detallando inicialmente la adquisición de datos, el proceso de diseño mediante técnicas de dibujo informático, las metodologías utilizadas y el proceso específico de fabricación.

El proyecto se inicia creando diferentes croquis y esbozos de la estructura de barras, realizando la toma de medidas del vehículo. Para ello se ha tenido que desarrollar el correspondiente estudio de los elementos de sujeción al chasis, los cuales tendrán que atornillarse al mismo.

Además, se analizan los distintos materiales del mercado según sus características y propiedades técnicas. Seguidamente, se escogen y se dimensionan según se puedan adaptar a las necesidades, para así realizar una estructura completamente hiper estática con 0 grados de libertad. Todo ello teniendo en cuenta los cálculos realizados en su apartado.

Una vez decidido el diseño de la estructura de barras antivuelco, se realiza el dibujo mediante aplicativos informáticos. En el presente proyecto se utilizan dos programas: NX12 y SolidWorks. A través de éstos, posteriormente se realiza el estudio CAE.



Fig. 1. Diseño barras antivuelco

En el proceso de fabricación existen dos metodologías esenciales; el tipo de soldadura que se utiliza (electrodo y hilo continuo) y el doblado de tubos (curvadora manual con matriz de 48mm).

La estructura se segmenta en dos secciones, el arco central y el arco trasero, detallando los procesos que se han seguido para la fabricación de ambos y finalmente el tratamiento de pintura.



Fig. 1. Diseño barras antivuelco

6. Cálculos de la estructura y análisis CAE

Teniendo en cuenta que la estructura está completamente anclada al vehículo por 6 puntos, se quiere estudiar si dicha estructura hiper estática con 0 grados de libertad, es segura para no ocasionar daños a los ocupantes del vehículo, aún y pudiendo sufrir deformaciones no superiores a 100mm.

Para ello, inicialmente se realiza el cálculo de pesos, dimensionado y masas, ya que con las modificaciones ésta se ve incrementada o disminuida.

Se ha tenido en cuenta la masa y el peso máximo para realizar los cálculos y estudio de la estructura. Para ello se plantean 3 hipótesis según simulaciones reales de impacto en pruebas de trial 4x4, aplicándose una fuerza de 3,5 veces el peso máximo del vehículo (según normativas) en los 3 puntos de las hipótesis planteadas.

Una vez se disponen de todos los datos necesarios, se procede al cálculo analítico manual, teorizando los conceptos que se deben aplicar. En ningún caso estos valores son calculados con exactitud, ya que la estructura se basa de múltiples barras, existiendo una matriz de tensiones y coordenadas muy compleja. Para ello, se utiliza el programa de simulación SolidWorks, obteniendo los resultados analíticos definitivos de las tensiones y deformaciones sufridas por la estructura según las 3 hipótesis.

Finalmente, se concluye que la estructura debe ser reforzada en los puntos de anclaje al chasis, ya que las tensiones acumuladas en estos puntos provocan la rotura del tubo. No obstante, las deformaciones que ésta presenta se encuentran dentro de la normativa, no superando en ninguna de las 3 hipótesis los 100mm de deformación.

7. Costes totales y horas de trabajo

Todo el proceso de fabricación y modificación del vehículo, así como las horas invertidas en el mismo, se detallan y recogen de manera aproximada en forma de tabla, resultando que se han invertido un total de 7.624,00 Euros en materiales y gastos.

Las horas de trabajo han sido muy superiores. No obstante, se aproximan a unas 102 horas si los trabajos hubiesen sido realizados por un técnico o especialista. En todo caso, a un precio medio de mercado de 45 €/hora, la mano de obra resultaría ser de 4.590,00 Euros.

Finalmente, la suma total es de 12.214,00 Euros, incluyendo la compra del vehículo, la totalidad de las modificaciones realizadas y los gastos.

8. Conclusiones

En el ámbito europeo, el proceso de homologación es mucho más restrictivo que en otros continentes, lo que implica una gran dedicación y estudio de toda la normativa, la cual cambia constantemente.

Tras conocer los fundamentos básicos de las homologaciones y estudiar toda la normativa que se ve aplicada en las modificaciones empleadas, éstas se desglosan en tres grupos, las homologables, no homologables y las que no necesitan homologación.

Una de las modificaciones homologables ha sido el objeto de estudio y diseño del presente proyecto, pudiendo determinar finalmente que la estructura soportará los esfuerzos solicitados, cumpliendo con la normativa establecida de que no se deformarán más de 100mm en el caso de aplicar una fuerza de 3,5 veces el peso máximo del vehículo. No obstante, existen tensiones muy elevadas en los puntos de sujeción que ocasionarán la ruptura de la estructura, por lo que deberá reforzarse para evitarlo.

Como objetivo principal se planteaba la homologación del vehículo y de la estructura de barras, concluyendo que éste es homologable. Así, una vez obtenido el grado cursado, se procederá a cumplimentar la documentación pertinente y recoger la información necesaria del presente proyecto para proceder a la homologación del vehículo.

8. Agradecimientos

Se agradece primordialmente la ayuda técnica, de infraestructura y mecánica a la empresa de peritación e ingeniería Inpreper S.L.

En el ámbito de fabricación de la estructura de las barras antivuelco, se agradece al herrero Sr. David Copoví y Sr. Pere Tutusaus que junto a sus conocimientos y ayuda se ha conseguido fabricar la estructura y el montaje de la misma en el vehículo.

Además, en el ámbito de tratado de documentos y la ayuda facilitada por la Sra. Aroa Ruiz.

Finalmente, agradecer al director del proyecto Sr. Gerard Sanz, por la ayuda en el diseño, seguimiento exhaustivo del proyecto y las horas empleadas en mejorar.